

**На правах рукописи**

**ГОЛОВИНА Анастасия Владимировна**

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СТОКА Р.БЕЛАЯ  
(РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) ПОД ВЛИЯНИЕМ  
ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

**Специальность 25.00.36 – геоэкология**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата географических наук**

**Казань - 2012**

Работа выполнена на кафедре «Безопасность производства и промышленная экология» ФГБОУ ВПО Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ)

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Научный руководитель</b>  | доктор технических наук, профессор<br>Красногорская Наталия Николаевна  |
| <b>Научный консультант</b>   | кандидат географических наук, доцент<br>Фашевская Татьяна Борисовна   |
| <b>Официальные оппоненты</b> | доктор химических наук, профессор<br>Тунакова Юлия Алексеевна<br>ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский)<br>федеральный университет»;<br>кандидат географических наук, доцент<br>Загитова Лариса Рашитовна<br>ФГБОУ ВПО Башкирский государственный<br>аграрный университет |
| <b>Ведущая организация</b>   | ФГБОУ ВПО Башкирский государственный<br>университет   |

Защита диссертации состоится «04» октября 2012 г. в 15 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 212.081.20 при ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корп. 2, ауд. 1211.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат географических наук,  
доцент



Ю.Г. Хабутдинов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Интенсивность антропогенного воздействия и вариабельность характеристик климата определяют изменения гидрологического режима водных объектов. Климатическая изменчивость приводит к увеличению вероятности неблагоприятных, в том числе опасных, гидрометеорологических явлений, а хозяйственная деятельность человека на водосборе и в русле реки – к количественному и качественному изменению основных характеристик гидрологического режима, снижению биоразнообразия и деградации речных экосистем. Изменение состояния водных объектов, как продуктивной среды обитания организмов-гидробионтов и источника ресурсов для человека, можно планировать на основе учета динамики характеристик стока.

Знание закономерностей изменения речного стока имеет важное значение для обеспечения жизненных потребностей населения и его экономического развития, предупреждения опасных природных и техноприродных процессов, а также для сохранения целостности речных экосистем. В этой связи оценка изменчивости речного стока является практически значимой.

Река Белая относится к водным объектам, на протяжении десятилетий подверженных интенсивному техногенному воздействию. По берегам р.Белой в крупных промышленных центрах расположены водоемкие производства, что определяет высокую степень использования её вод. Также происходят изменения климатических условий формирования водных ресурсов р.Белая. Поэтому знание закономерностей изменчивости стока р.Белая под влиянием климатических и антропогенных воздействий, и разработка научных основ рационального использования водных ресурсов реки являются весьма **актуальными**.

Работа выполнена в соответствии с планом фундаментальных научно-исследовательских работ Уфимского государственного авиационного технического университета «Развитие теоретических основ и модели мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы в условиях антропогенного воздействия и климатических изменений» (ЭФ-БП-20-10-ОЗ).

**Цель работы** – оценка многолетней и внутригодовой изменчивости стока р.Белая с учетом динамики климатических колебаний и антропогенного воздействия на водосборе.

### **Задачи исследования:**

- исследование динамики природных и антропогенных условий формирования стока р.Белая для выявления периодов, отличающихся интенсивностью и направленностью воздействия на водоток;
- анализ пространственно-временной динамики многолетних, сезонных и характерных расходов воды для выявления закономерностей техноприродных трансформаций стока р.Белая;
- выявление вклада природного и антропогенного факторов в изменчивость стока р.Белая в условиях их совместного влияния и динамики;
- оценка изменчивости стока р.Белая при различных сценариях изменения климата для выявления условий возникновения опасных техноприродных ситуаций.

### **Научная новизна:**

1. Разработана методика идентификации природных и антропогенных воздействий по изменению характеристик водного режима рек на основе сопоставления скользящих средних двух гидрологических характеристик;
2. Создана методика для оценки последствий влияния природных и антропогенных факторов при их совместном воздействии на водоток, в качестве научных основ рационального использования водных ресурсов;
3. Разработаны теоретические подходы к определению зависимостей между стоком и метеорологическими характеристиками природной среды при наличии хозяйственной деятельности человека на водосборе на основе учета количественного вклада каждого фактора в формирование стока рек.

### **Практическая значимость.**

1. Выявлены многолетние и сезонные закономерности изменчивости стока р.Белая, позволяющие планировать и корректировать хозяйственную деятельность на её водосборе в условиях климатической изменчивости.
2. Результаты проведенных исследований используются в Башкирском территориальном управлении по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Баш.УГМС) (акт о внедрении результатов диссертационной работы № 1-18-1416 от 11.05.2012).
3. Результаты проведенных исследований использованы при разработке комплексной программы социально-экономического развития городского округа города Уфа Республики Башкортостан на 2011-2015 года (пункт 4.1.7 – Окружающая среда).
4. Методы исследования и результаты, полученные в диссертационной работе, внедрены в учебный процесс Уфимского государственного авиационного технического университета, и используются при подготовке бакалавров по направлению 280200 «Защита окружающей среды» и инженеров по направлению 280100 «Безопасность жизнедеятельности» по специальностям 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и 280103 «Защита в чрезвычайных ситуациях».

### **На защиту выносятся:**

- результаты установленных климатических изменений на водосборе р.Белая;
- результаты установленных за многолетний период пространственно-временных изменений среднегодовых, сезонных и характерных расходов воды р.Белая в современных природно-антропогенных условиях;
- методика определения количественного соотношения между последствиями влияния природных и антропогенных факторов при их совместном воздействии на водоток по изменению расходов воды р.Белая;
- математические зависимости изменения количества водных ресурсов р.Белая от изменений температуры воздуха и количества осадков в различных физико-географических зонах Бельского бассейна при наличии хозяйственной деятельности на водосборе.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 12 международных, 7 всероссийских и 7 региональных научных конференциях, симпозиумах и семинарах в городах Уфа

(2008, 2009, 2010, 2011), Невинномысск (2009), Минск (2009, 2010, 2011), Челябинск (2009), Тольятти (2009), Карлсруэ (Германия) (2010), Курган (2010), Иркутск (2008, 2009, 2011), Сургут (2009), Томск (2009), Вологда (2009), Пермь (2009).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 49 работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в Перечень ВАК; имеется 5 свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ и базы данных.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и заключения, списка использованной литературы и приложений. Основное содержание изложено на 200 страницах машинописного текста, иллюстрировано 60 рисунками и 26 таблицами. Список литературы включает 222 наименования, в том числе 22 на иностранном языке.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В первой главе** выполнен анализ работ в области оценки влияния природных факторов и хозяйственной деятельности человека на формирование стока рек различных физико-географических районов. Установлено, что проблеме оценки изменчивости стока рек, в условиях стабильности климата, под влиянием хозяйственной деятельности человека посвящено много работ (Гареев А.М., 1981, 2000; Шикломанов И.А., 1979, 1989; Родионов В.З., 1975, 1978; Коронкевич Н.И., 1990; Водогребский В.Е., 1979, 1990; Исмаилов Г.Х., 2007). Однако исследования по оценке изменения гидрологического режима рек при изменчивости климата стали актуальными лишь с конца XX века. Результаты оценки влияния климатической вариабельности на сток приведены в работах: Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю., 2002, 2006; Коронкевич Н.И., 2007; Бабкин В.И., 2004; Новороцкий П.В., 2004, 2007; Сен-Лоран Д., 2009; Переведенцев Ю.П., 2001, 2006; Семенова В.А., 2011. Выявлено, что в настоящее время отсутствует единая методика оценки изменчивости стока рек в условиях совместного воздействия и динамики климатических и антропогенных факторов.

**Во второй главе** приведена характеристика объекта исследования, исходных данных и используемых в работе методов.

Объектом исследования является основная водная артерия Республики Башкортостан - река Белая. Особенности физико-географического положения и рельеф водосборного бассейна реки Белая влияют на климат территории, который характеризуется большими колебаниями температуры воздуха (0,6-2,8°C) и количества осадков (300-700 мм) внутри года, а также в неравномерном их распределении от сезона к сезону.

В качестве исходных данных использовались результаты наблюдений за водным режимом (расходами воды) и метеорологическими характеристиками (температурой воздуха и количеством осадков) на водосборе р.Белая **в 4 пунктах (створах)** – д/о «Арский камень» (**горная местность** - верхнее течение реки), г.Стерлитамак, г.Уфа и г.Бирск (**равнинная местность** - среднее и нижнее течение реки). Выбор пунктов наблюдения обусловлен возможностью оценки изменчивости стока реки, протекающей в различных физико-географических условиях и подвергающейся различным видам антропогенного воздействия. Схема расположения пунктов наблюдения приведена на рис. 1.

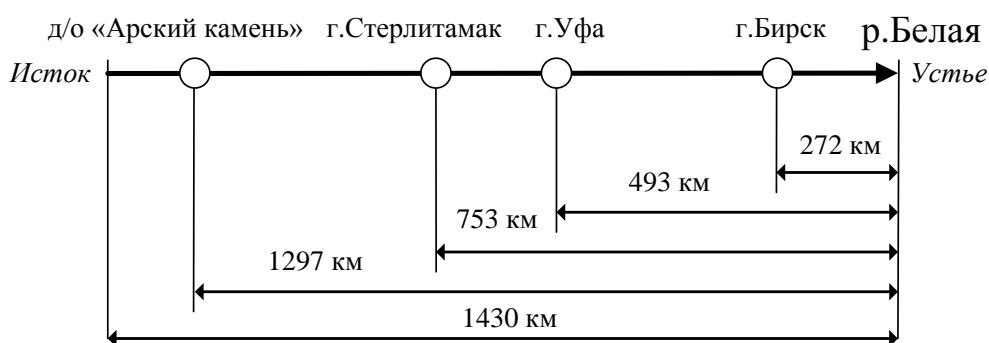


Рис. 1. Схема расположения пунктов наблюдения на р.Белая (стрелкой показано направление течения реки)

Обработано **свыше 100 тыс. значений** гидрометеорологических характеристик, опубликованных в метеорологических ежемесячниках и материалах Государственного водного кадастра (ГВК) из

фондов Центрального научно-исследовательского института комплексного использования водных ресурсов (ЦНИИКИВР, г.Минск), Башкирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Баш. УГМС) и сайта Организации объединенных наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) за период с начала инструментальных наблюдений по 2007гг.

Оценка изменчивости стока р.Белая проведена по **4 гидрологическим показателям**: среднегодовым и характерным (максимальным и минимальным в период зимней и летне-осенней межени) расходам воды. Оценка изменения климатических условий формирования стока осуществлялась по **2 метеорологическим показателям**: среднегодовой температуре воздуха и годовому количеству осадков.

Ввиду большой внутригодовой неравномерности стока р.Белая изменение её гидрологических характеристик рассмотрено по следующим фазам водного режима: половодье (апрель-май), летне-осенний период, включающий летнюю межень и период дождевых паводков (июнь-октябрь), зимняя межень (декабрь – март месяцы).

В работе использовались следующие **методы**: анализ статистической однородности временных рядов для установления факта и времени начала изменения исследуемых характеристик (Дружинин В.С., 2001; Сикан А.В., 2007); метод гидрологической аналогии с изученной рекой для восстановления гидрологических данных (Канарский Н.Д., Михалев М.А., 1984; Шикломанов И.А., 1989); корреляционно-регрессионный анализ для установления зависимостей между гидрометеорологическими характеристиками (Лучшева А.А., 1983; Орлов А.И., 2004); вероятностно-статистический анализ кривых обеспеченности (Рождественский А.В., Чеботарев А.И., 1974; Лучшева А.А., 1983; Шелутко В.А., 1984, 2007); анализ относительных средних квадратических погрешностей статистических характеристик для определения репрезентативного ряда наблюдений (Лучшева А.А., 1983; Евстигнеев В.М., 1990); метод скользящей средней для идентификации природных и антропогенных воздействий на характеристики водного режима (David R. Brillinger, 2001; Голубев В.В., 2003; Helms M., 2005); спектральный анализ Фурье для выявления циклов многолетних колебаний расходов воды (Витязев В.В., 2001; Nestmann F., 2002; Helms M., 2005).

**В третьей главе** исследована динамика климатических и антропогенных условий формирования стока р.Белая.

Для оценки *многолетних изменений метеорологических параметров* на водосборе реки построены хронологические графики изменения среднегодовых значений температуры воздуха и годового количества осадков в четырех исследуемых пунктах. Для примера на рис. 2 приведены графики изменения значений среднегодовой температуры воздуха в пунктах д/о «Арский камень» и г.Стерлитамак.

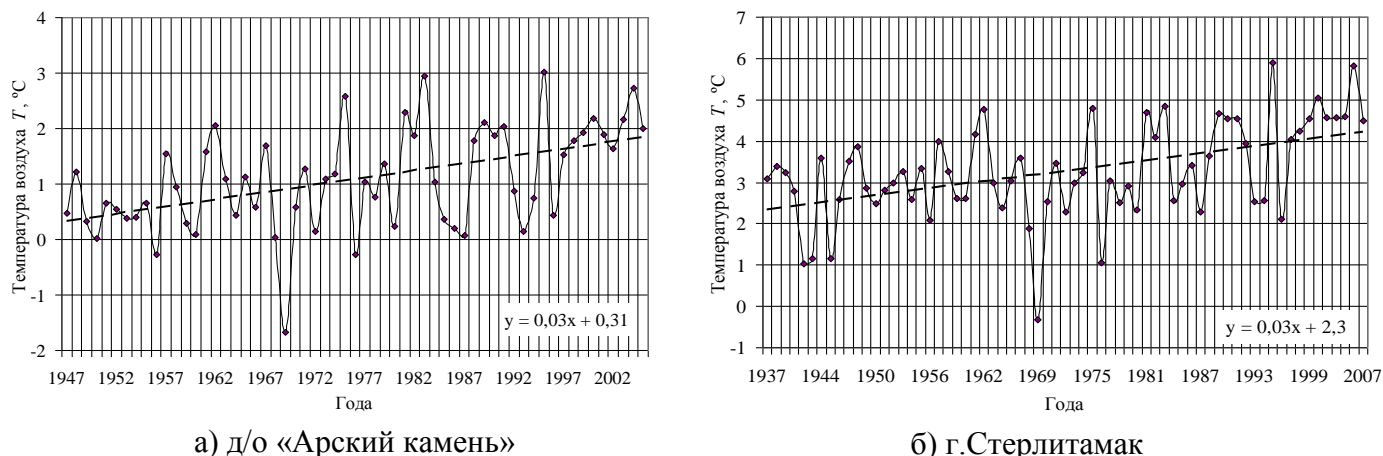


Рис. 2. Изменение среднегодовых значений температуры воздуха ( $T$ ) в пунктах д/о «Арский камень» и г.Стерлитамак (— — - линия тренда)

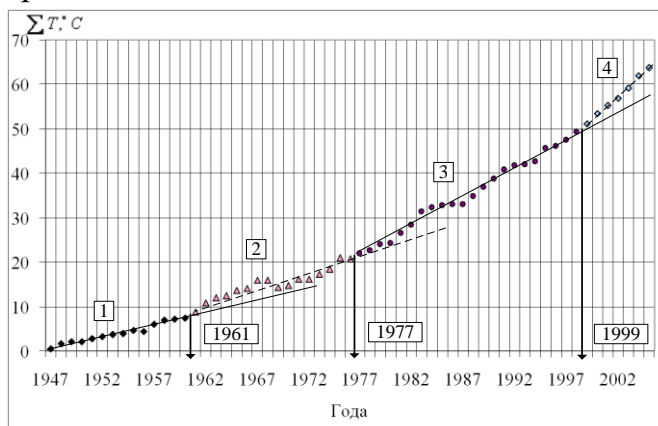
Оценка статистической значимости линейного тренда многолетних колебаний метеорологических параметров при достоверном уровне 95% свидетельствует о нестационарности среднегодовых значений температуры воздуха и годового количества осадков за исследуемый период. Таким образом, установлено значимое увеличение среднегодовых значений температуры воздуха и годового количества осадков к 2007 году во всех исследуемых пунктах.

Для выявления периодов, в пределах которых средние многолетние значения температуры воздуха и годового количества осадков неизменны, проводился анализ статистической однородности временных рядов исследуемых метеорологических параметров в следующей последовательности: 1) графический анализ интегральных кривых; 2) статистический анализ существенности нарушения однородности временного ряда с помощью параметрических (Фишера ( $F$ ), Стьюдента ( $St$ )) и непараметрических (Вилкоксона-Манна-Уитни ( $U$ )) критериев; 3) проверка значимости трендов исследуемых характеристик в пределах выделенных статистически однородных периодов.

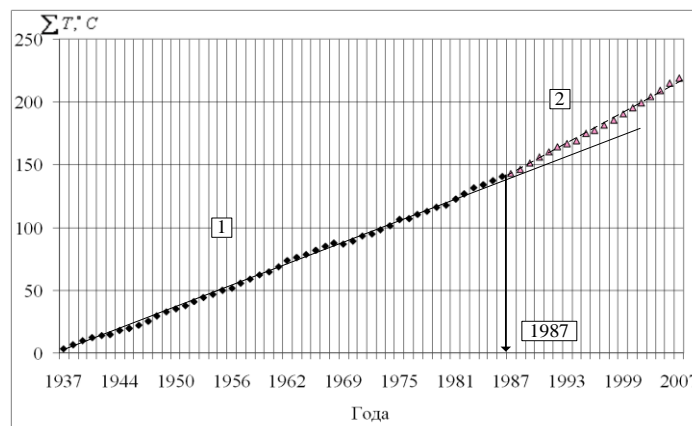
На основе графического анализа выделены прямолинейные участки интегральных кривых, определяемые как статистически однородные. Для примера на рис. 3 приведены интегральные кривые среднегодовых значений температуры воздуха ( $\Sigma T$ ) в пунктах д/о «Арский камень» и г.Стерлитамак.

Определялся закон распределения значений среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков. Установлено, что временные ряды метеорологических параметров подчиняется нормальному закону распределения. Поэтому оценка существенности нарушения однородности исследуемых выборок проводилась по параметрическим и непараметрическим критериям при уровне значимости 5%, которая подтвердила достоверность графически установленного

нарушения однородности рядов метеорологических параметров. Результаты анализа статистической однородности временных рядов метеорологических параметров приведены в табл.1.



а) д/о «Арский камень»



б) г.Стерлитамак

Рис. 3. Изменение набегавшей суммы среднегодовых значений температуры воздуха ( $\Sigma T$ ) в пунктах д/о «Арский камень» и г.Стерлитамак (1 – номер статистически однородного периода; 1961 – год начала статистически однородного периода)

Таблица 1

Результаты оценки статистической однородности временных рядов метеорологических параметров на водосборе р.Белая

| Пункт наблюдения    | Среднегодовая температура воздуха $T, ^\circ C$ |                  | Годовое количество осадков $P$ , мм |                              |
|---------------------|---|------------------|-------------------------------------|------------------------------|
|                     | Статистически однородный период                 | Среднее значение | Статистически однородный период     | Среднее значение             |
| д/о «Арский камень» | 1947-1960                                       | $0,5 \pm 0,1$    | 1945-1986<br>1987-2007              | $461 \pm 14$<br>$485 \pm 24$ |
|                     | 1961-1976                                       | $0,8 \pm 0,2$    |                                     |                              |
|                     | 1977-1998                                       | $1,3 \pm 0,2$    |                                     |                              |
|                     | 1999-2007                                       | $2,1 \pm 0,1$    |                                     |                              |
| г.Стерлитамак       | 1937-1986                                       | $2,9 \pm 0,2$    | 1936-1984<br>1985-2007              | $487 \pm 15$<br>$591 \pm 24$ |
|                     | 1987-2007                                       | $4,1 \pm 0,3$    |                                     |                              |
| г.Уфа               | 1937-1984<br>1985-2007                          | $2,8 \pm 0,1$    | 1937-1955                           | $432 \pm 22$                 |
|                     |   | $3,6 \pm 0,3$    | 1956-1984                           | $544 \pm 16$                 |
|                     |   |                  | 1985-2007                           | $608 \pm 24$                 |
| г.Бирск             | 1936-1983<br>1984-2007                          | $2,9 \pm 0,1$    | 1935-1955                           | $435 \pm 17$                 |
|                     |   | $3,6 \pm 0,2$    | 1956-1984                           | $548 \pm 16$                 |
|                     |   |                  | 1985-2007                           | $584 \pm 23$                 |

Путем сравнения между собой средних значений метеорологических параметров в первом и последнем из расположенных в хронологической последовательности статистически однородных временных периодов определялось увеличение среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков в исследуемых пунктах. Графическая интерпретация средних многолетних изменений метеорологических параметров по течению р.Белая приведена на рисунке 4. Как видно из рис. 4, увеличение среднегодовой температуры воздуха к 2007 году на водосборе р.Белой составляет  $0,7^\circ C$  (в 1,2 раза) в г.Бирск -  $1,6^\circ C$  (в 4,2 раза) в д/о «Арский камень». Увеличение годового количества осадков составляет 5-41%.



Для оценки *внутригодовых изменений метеорологических параметров* рассчитаны средние сезонные значения температуры воздуха (как средние значения температуры воздуха за сезон) и сезонное количество осадков (как сумма выпавших осадков за сезон) за каждый статистически однородный временной период, выделенный на основе анализа многолетних рядов. Продолжительность сезонов года выбрана в соответствии с длительностью фаз гидрологического режима р.Белая.

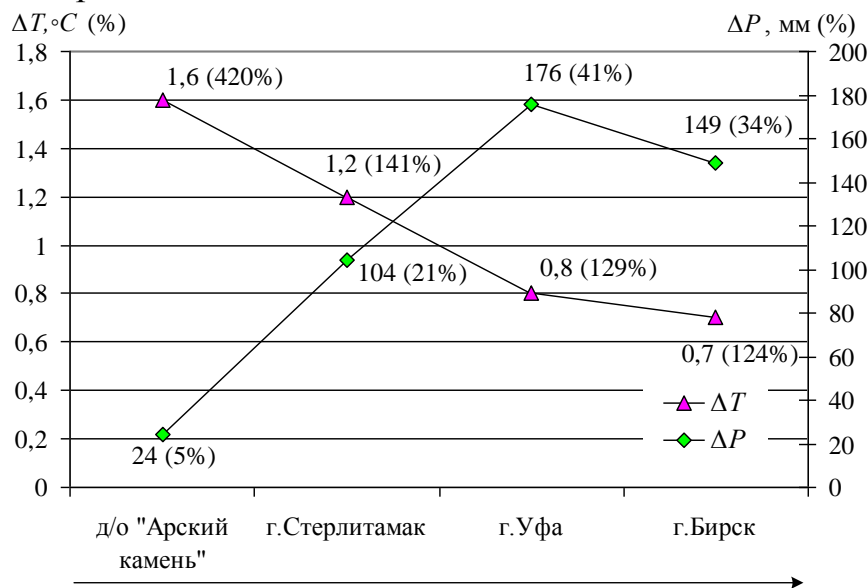


Рис. 4. Изменение среднегодовой температуры воздуха ( $\Delta T$ ) и годового количества осадков ( $\Delta P$ ) на водосборе р.Белая в исследуемых пунктах за период 1936-2007гг. (стрелкой показано направление течения реки)

течении реки до  $1,5^\circ C$  (в 1,15 раза) в нижнем течении реки, при этом максимальное увеличение температуры воздуха отмечено в феврале месяце.

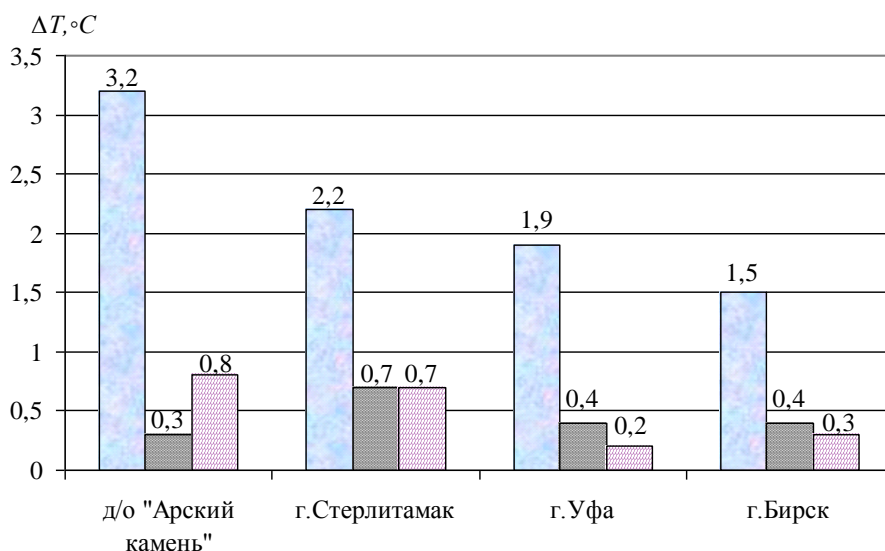


Рис. 5. Увеличение температуры воздуха на водосборе р.Белая в исследуемых пунктах за период 1936-2007гг. в различные сезоны года: ■ - зимний сезон, ■ - весенний сезон, ■ - летне-осенний сезон

вых значений температуры воздуха и годового количества осадков по следующим формулам:

Определялось увеличение сезонной температуры воздуха (рис. 5) и сезонного количества осадков в исследуемых пунктах. Как видно на рис. 5, к 2007 году средняя температура воздуха во все сезоны года повышается во всех исследуемых пунктах. Наибольшее увеличение температуры воздуха происходит в зимний сезон и составляет от  $3,2^\circ C$  (в 1,32 раза) в верхнем

Увеличение сезонного количества осадков в горной и равнинной местности различно. Наибольшее увеличение количества осадков в горной местности отмечено в весенний сезон – на 25%, а на равнинной местности – в зимний сезон – на 48,3% (г.Стерлитамак) - 93,5% (г.Уфа).

Определен *весовой вклад* сезонов года ( $B_c$ ) в изменение среднегодо-

$$B_c(T) = \frac{\Delta M_c \cdot n}{12 \cdot \Delta M_{\text{общ}}} \cdot 100\% \quad (1);$$

$$B_c(P) = \frac{\Delta M_c}{\Delta M_{\text{общ}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где  $\Delta M_c$  – изменение значений метеорологических параметров в каждый сезон;  $n$  – количество месяцев в сезоне; 12 – количество месяцев в году;  $\Delta M_{\text{общ}}$  – изменение среднегодовых (годовых) значений метеорологических параметров за период 1936-2007 годы. *Примечание:* при расчете весового вклада сезонов года в изменение среднегодовых значений температуры воздуха используется формула 1, при расчете весового вклада сезонов года в изменение годового количества осадков применяется формула 2.

Как показал расчет, величина весового вклада зимнего сезона в увеличение среднегодовой температуры воздуха варьируется по течению реки в диапазоне 61,0% (г.Стерлитамак) – 79,0% (г.Уфа). Величина весового вклада зимнего сезона в увеличение годового количества осадков варьируется по течению реки в диапазоне 41,0% (д/о «Арский камень») – 56,0% (г.Стерлитамак).

Результаты расчета весового вклада сезонов года в изменение среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков в исследуемых пунктах графически интерпретированы на рис.6.

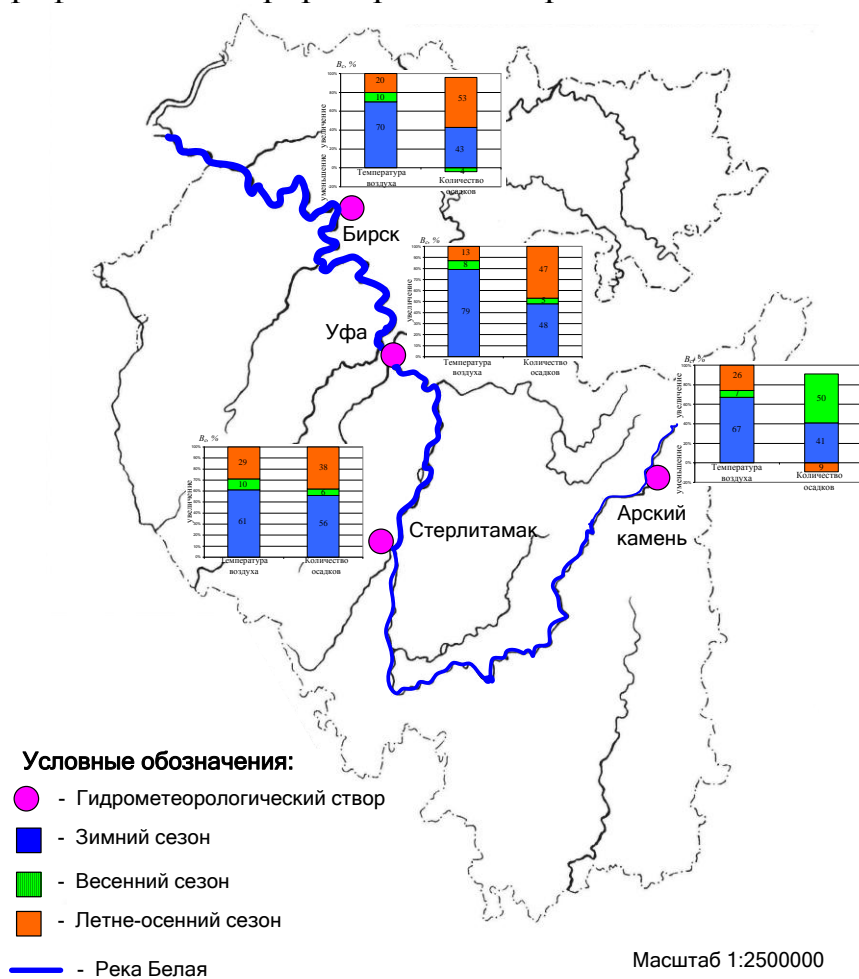


Рис. 6. Весовой вклад сезонов года в изменение среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков в исследуемых метеорологических пунктах

Определены виды антропогенного воздействия на водоток, осуществляемые в русле и пойме р.Белая (дноуглубление, добыча песчано-гравийного материала, строительство мостовых переходов и водохранилищ, использование водных ресурсов на промышленное, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные нужды), и на водосборе реки (степень распаханности водосбора и вырубка леса).

Установлено, что интенсивность антропогенной деятельности в русле и пойме реки Белая возрастает с начала-конца 1950-х годов, а с середины 1980-х гг. – начала 1990-х годов по настоящее время уменьшается.

Выявлено, что такие антропогенные факторы, как вырубка леса и распашка земель, с 1936 года не являются факторами, влияющими на изменчивость стока водосборного бассейна р.Белая. Степень распаханности территории уменьшается с середины 1990-х годов, а лесистость с середины 1960-х годов остается неизменной. Установлено, что ландшафтные изменения территории водосборного бассейна р.Белая начались задолго до начала инструментальных наблюдений за гидрологическим режимом реки, поэтому существующая база данных наблюдений за речным стоком уже учитывает последствия воздействия сложившегося на водосборе к моменту начала наблюдений «антропогенного фона».

**В четвертой главе** исследована многолетняя и внутригодовая изменчивость стока р.Белая.

Так как время начала и продолжительность периодов инструментальных наблюдений за расходами воды р.Белая различны в исследуемых створах, то для оценки изменчивости стока выбирался общий *репрезентативный временной ряд*. Определена необходимая длина временного ряда по статистическим характеристикам (средним многолетним значениям расходов воды и коэффициентам вариации) и их средним квадратическим погрешностям. Выявлено, что длина общего репрезентативного временного ряда должна составлять не менее 55 лет. Такому условию отвечает период с 1936 по 2007 гг., длина которого составляет 72 года.

На основе спектрального анализа Фурье определялось, учитывает ли общий временной ряд 1936-2007гг. цикличность водности р.Белая. Для выявления многолетних циклов водности р.Белая в исследуемых створах строились графики спектральной функции (периодограммы) от частоты Фурье для периода весеннего половодья и периода летне-осенней межени, которые влияют на годовые колебания стока.

Установлено, что колебания водности реки Белая в период весеннего половодья происходят с периодичностью около 14 лет (среднее и нижнее течение реки) и 11 лет (верховье реки). Колебания водности в период летне-осенней межени повторяются через 21 год в створах г.Стерлитамак, г.Уфа и г.Бирск, и через 18 лет в створе д/о «Арский камень».

Проведен расчет многолетних циклов колебаний водности р.Белая, которые объединяют циклы периодов половодья и летне-осенней межени и составляют: в верховье реки 21 год, в среднем и нижнем течении – 43 года. Для примера на рис.7 приведен график цикличности многолетних колебаний расходов воды в створе д/о «Арский камень».

Таким образом, определен общий репрезентативный период для выявления закономерностей техноприродной трансформации водного режима р.Белая – 1936-2007 годы, который включает в себя как минимум один полный цикл колебаний среднегодовых расходов воды р.Белая в каждом из исследуемых створов, и который отражает состояние водного объекта в условиях «малого» и «интенсивного» антропогенного воздействия.

Для установления закономерностей *межгодовой динамики расходов воды* проанализированы графики изменения их среднегодовых значений ( $Q_{cp}$ ) за репрезентативный период во всех исследуемых створах. Установлено, что по всему

течению р.Белой отмечается тенденция увеличения среднегодовых расходов воды к 2007 году, которая является значимой.

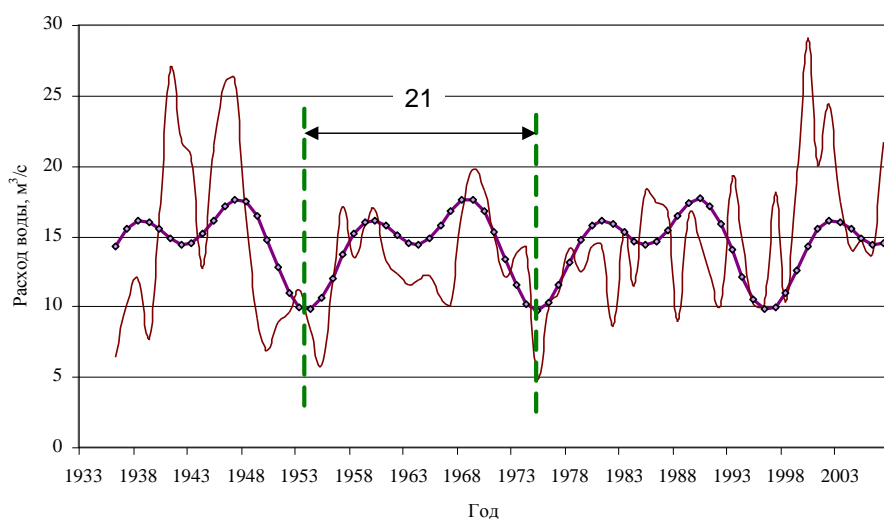


Рис. 7. График колебаний среднегодовых расходов воды р.Белая в створе д/о «Арский камень»: — многолетние циклы колебаний водности, выявленные на основе анализа Фурье; — многолетние изменения среднегодовых расходов воды; ↔ - длина полного цикла

в среднем и нижнем течении реки (конца 1990-х годов в верхнем течении) – увеличились, компенсируя предыдущее уменьшение. В результате к 2007 году (рис. 8) в створе г.Уфа отмечено наименьшее увеличение среднегодовых расходов воды на 3,6%, несмотря на наибольшее увеличение количества осадков в этом створе (рис.4). Наибольшее увеличение среднегодовых расходов воды произошло в верхнем течении реки (19,4%), при наименьшем увеличении количества осадков (рис.4).

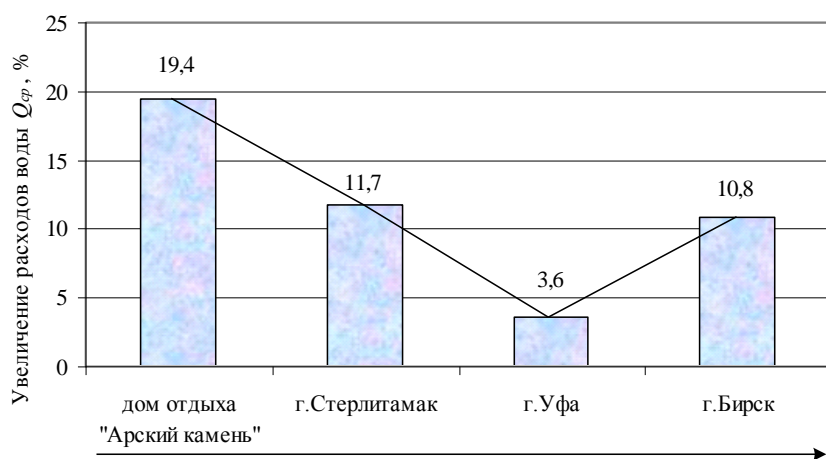


Рис. 8. Изменение среднегодовых расходов воды р.Белая в исследуемых створах за период 1936-2007гг.

построены эмпирические кривые обеспеченности стока для каждого из выделенных статистически однородных временных периодов. Для сглаживания и аппроксимации эмпирических кривых обеспеченности использовались теоретические кривые – биномиальные кривые Пирсона III типа (при  $C_s/C_v > 2$ ) и трех-параметрическое гамма распределение Крицкого-Менкеля (при  $C_s/C_v < 2$ ), показавшие удовлетворительную сходимость с

Для получения достоверных количественных оценок увеличения стока р.Белой проведен анализ статистической однородности временных рядов среднегодовых расходов воды. Анализ свидетельствует, что во всех створах изменение средних многолетних расходов воды происходило дважды: с начала 1950-х годов по всему течению реки они уменьшились, а с середины 1980-х годов в среднем и нижнем течении реки (конца 1990-

Влияние природных и антропогенных факторов на изменчивость стока рек по-разному проявляется в годы различной водности, поэтому проанализированы изменения стока в многоводные и маловодные годы.

Для выявления динамики средних годовых расходов воды р.Белая в годы различной водности

эмпирическим распределением. Для примера на рис. 9 приведены кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды р.Белая в створе г.Уфа.

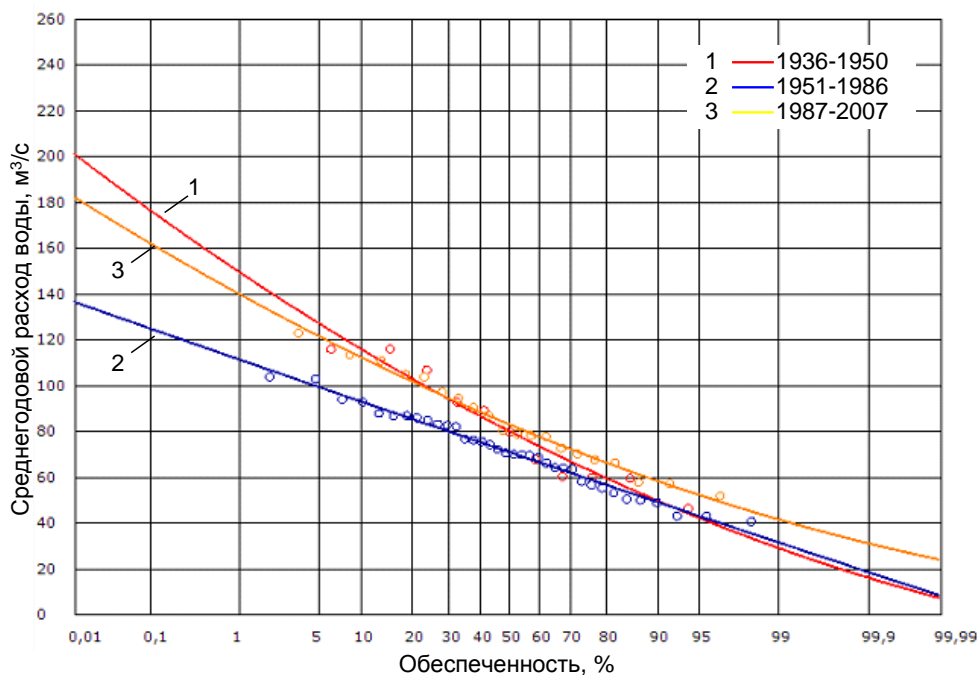


Рис. 9. Кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды р.Белая в створе г.Уфа в статистически однородные временные периоды

Определены параметры кривых обеспеченности, описывающие закономерности межгодовых изменений расходов воды: средние многолетние значения  $Q_{ср}$ , коэффициенты вариации  $C_v$  и асимметрии  $C_s$ , а также значения стока в диапазоне варьирования 1-99% обеспеченности. Для примера в таблице 2 приведены результаты расчетов для створа г.Уфа.

Установлено, что к 2007 году в маловодные годы расходы воды увеличились во всех исследуемых створах от 1,4 раза в г.Уфа до 19 раз в д/о «Арский камень». В многоводные годы расходы воды уменьшились в среднем и нижнем течении р.Белая от 1,1 раза в г.Уфа до 1,4 раза в г.Стерлитамак, а в верхнем течении реки - увеличились в 1,2 раза.

Для оценки **внутригодовых изменений расходов воды** рассчитаны средние значения стока в различные фазы водного режима за статистически однородные временные периоды, выделенные на основе анализа многолетних рядов. Установлено, что увеличение расходов воды в период зимней межени к 2007 году превышает увеличение стока в летне-осенний период по всему течению р.Белой. В период половодья расходы воды в верхнем течении реки и в г.Стерлитамак увеличились, а в створах г.Уфа и г.Бирск - уменьшились.

Для выявления изменений **характерных расходов воды** р.Белая проведен анализ многолетней динамики максимальных расходов воды ( $Q_{max}$ ), минимальных расходов воды в период зимней ( $Q_{min-з}$ ) и летне-осенней межени ( $Q_{min-ло}$ ) в годы различные по водности. Выделение периодов статистической однородности значений характерных расходов воды и сравнение их средних многолетних значений в эти периоды позволило установить динамику максимальных и минимальных расходов воды в период зимней и летне-осенней межени в средние по водности годы. На рис. 10 приведены результаты оценки динамики характерных расходов воды в средние по водности годы.



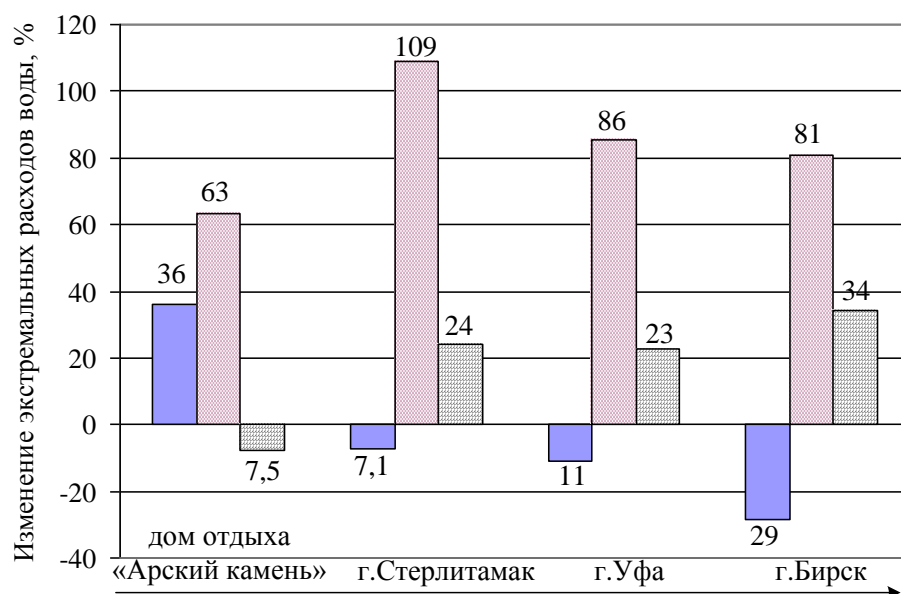


Рис. 10. Результаты оценки динамики характерных расходов воды реки Белая за период 1936-2007 годы: ■ - максимальный расход воды, ■ - минимальный расход воды в период зимней межени, ■ - минимальный расход воды в период летне-осенней межени

Как видно из рис. 10, к 2007 году минимальный расход в период зимней межени увеличивается по всему течению реки, наибольшее его увеличение отмечено в створе г.Стерлитамак (109%). Максимальные расходы воды увеличиваются в верховье р.Белая на 36%, а в среднем и нижнем ее течении уменьшаются на 7,1-29%. Противоположная динамика изменению макси-

мальных расходов воды выявлена для минимальных расходов в период летне-осенней межени: увеличение в среднем и нижнем течении реки на 23-34% и уменьшение в верхнем течении на 7,5%.

Результаты анализа изменения значений характерных расходов воды в годы, отличные по водности от средней, на основе построения кривых обеспеченности за статистически однородные временные периоды приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные параметры кривых обеспеченности расходов воды реки Белая в створе г.Уфа в статистически однородные временные периоды

| Расход воды  | Период    | $Q_0^*$ , м <sup>3</sup> /с | $C_v/C_s$  | Расход воды с обеспеченностью, м <sup>3</sup> /с |       |       |      |      |      | $Q_{2008}^{**}$ , м <sup>3</sup> /с |
|--|-----------|-----------------------------|------------|--|-------|-------|------|------|------|-------------------------------------|
|  |           |                             |            | 1%   | 5%    | 10%   | 50%  | 90%  | 95%  |                                     |
| Средний годовой,<br>$Q_{cp}$                         | 1936-1950 | 814 ± 74                    | 0,30/0,23  | 1497   | 1273  | 1160  | 803  | 500  | 423  | 522                                 |
|  | 1951-1986 | 710 ± 27                    | 0,23/-0,01 | 1115   | 995   | 931   | 711  | 493  | 431  |                                     |
|  | 1987-2007 | 843 ± 45                    | 0,24/0,25  | 1400   | 1217  | 1125  | 832  | 585  | 523  |                                     |
| Максимальный,<br>$Q_{max}$                           | 1936-1950 | 5961 ± 677                  | 0,44/0,60  | 16011  | 12122 | 10314 | 5485 | 2942 | 2634 | 3170                                |
|  | 1951-1963 | 5194 ± 553                  | 0,38/1,15  | 14536  | 10609 | 8853  | 4603 | 3227 | 2580 |                                     |
|  | 1964-1984 | 5121 ± 402                  | 0,36/0,41  | 10790  | 8856  | 7899  | 4983 | 2716 | 2185 |                                     |
|  | 1985-2007 | 5370 ± 327                  | 0,29/0,12  | 9521   | 8235  | 7563  | 5342 | 3279 | 2717 |                                     |
| Минимальный<br>зимней межени,<br>$Q_{min-з}$         | 1936-1963 | 145 ± 7,9                   | 0,29/0,26  | 257  | 221   | 202   | 143  | 93   | 79   | 206                                 |
|  | 1964-1983 | 200 ± 9,4                   | 0,21/0,61  | 329  | 282   | 260   | 195  | 150  | 140  |                                     |
|  | 1984-2007 | 269 ± 12,7                  | 0,22/0,33  | 442  | 385   | 357   | 269  | 196  | 179  |                                     |
| Минимальный<br>летне-осенней<br>межени, $Q_{min-ло}$ | 1936-1950 | 283 ± 26,7                  | 0,37/0,02  | 556  | 469   | 424   | 280  | 152  | 119  | 285                                 |
|  | 1951-1963 | 222 ± 12,7                  | 0,21/-0,19 | 326  | 298   | 283   | 224  | 159  | 139  |                                     |
|  | 1964-1984 | 278 ± 16,3                  | 0,27/2,40  | 521  | 424   | 379   | 263  | 207  | 203  |                                     |
|  | 1985-2007 | 347 ± 21,6                  | 0,29/1,74  | 720  | 566   | 496   | 320  | 248  | 224  |                                     |

\* -  $Q_0^*$  - среднее многолетнее значение; \*\* -  $Q_{2008}^{**}$  - значение характеристики стока за 2008 год

Как видно из таблицы 2, в среднем и нижнем течении реки увеличение среднегодовых расходов воды в маловодные годы и их уменьшение в многоводные годы привело к уменьшению межгодовой изменчивости стока, о чем так же

свидетельствует уменьшение коэффициента вариации  $C_v$  по всему течению реки Белая: в 1,25 раза (в г.Уфа) - 1,71 раза (в г.Бирск).

Для установления причин изменениям расходов воды р.Белая выполнена **идентификация техноприродных воздействий** на водоток по разработанной методике. В соответствии с разработанной методикой определены причины изменения расходов воды р.Белая в исследуемых створах путем сопоставления двух скользящих средних линий. Для примера на рис. 11 приведены скользящие средние линии среднегодовых и минимальных расходов воды в период зимней межени в створе г. Уфа.

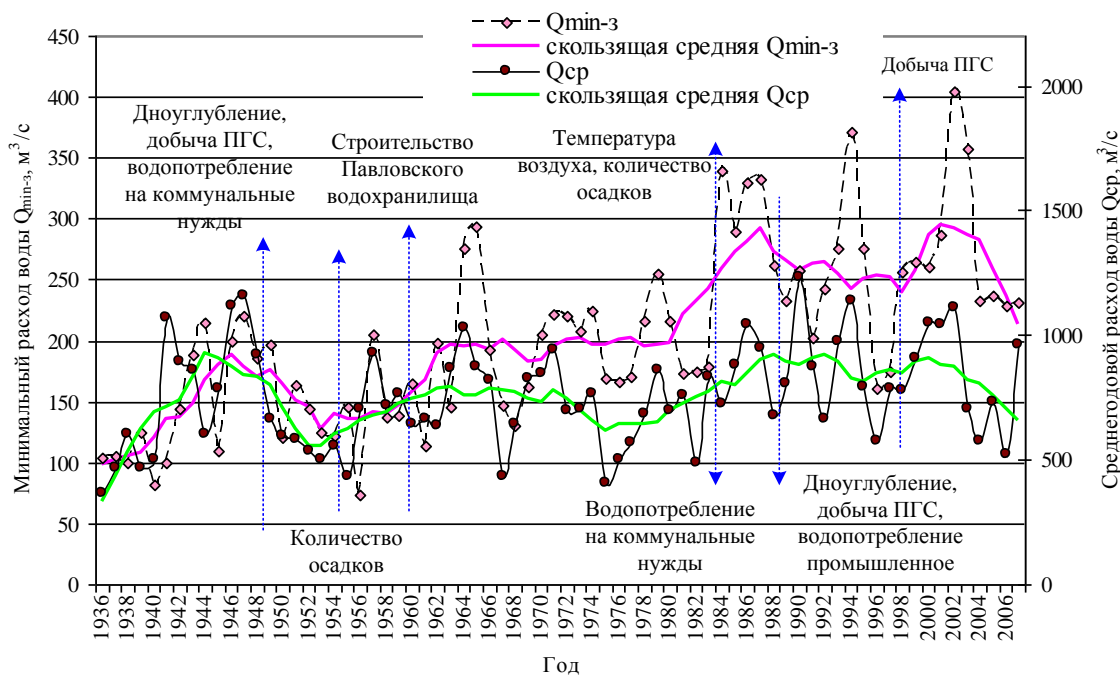


Рис. 11. Скользящие средние линии минимальных  $Q_{min-3}$  расходов воды в период зимней межени и среднегодовых  $Q_{ср}$  расходов воды р.Белая в створе г.Уфа за репрезентативный период (стрелками показана динамика фактора:  $\uparrow$  - увеличение,  $\downarrow$  - уменьшение)

С начала 1960-х годов (рис. 11) произошло увеличение минимальных расходов воды в период зимней межени вследствие совместного воздействия на речной сток антропогенного (строительство Павловского водохранилища, как мгновенная реакция) и природного (увеличение количества осадков, как долго-временная реакция) факторов. Дальнейшее отдаление двух скользящих средних линий связано с последующим снижением уровня антропогенной нагрузки и увеличением количества осадков и температуры воздуха.

**В пятой главе** разработаны научные основы определения количественного соотношения между последствиями совместного влияния на водоток климатических изменений и хозяйственной деятельности человека.

Разработана методика оценки изменчивости стока в условиях совместного воздействия и динамики климатических и антропогенных факторов. Методика основана на сравнении измеренных значений характеристик водного режима водотока с их значениями, которые наблюдались бы, если бы климатические

изменения имели бы место, а антропогенное воздействие на водоток отсутствовало. Общий алгоритм предлагаемой методики представлен на рис. 12.

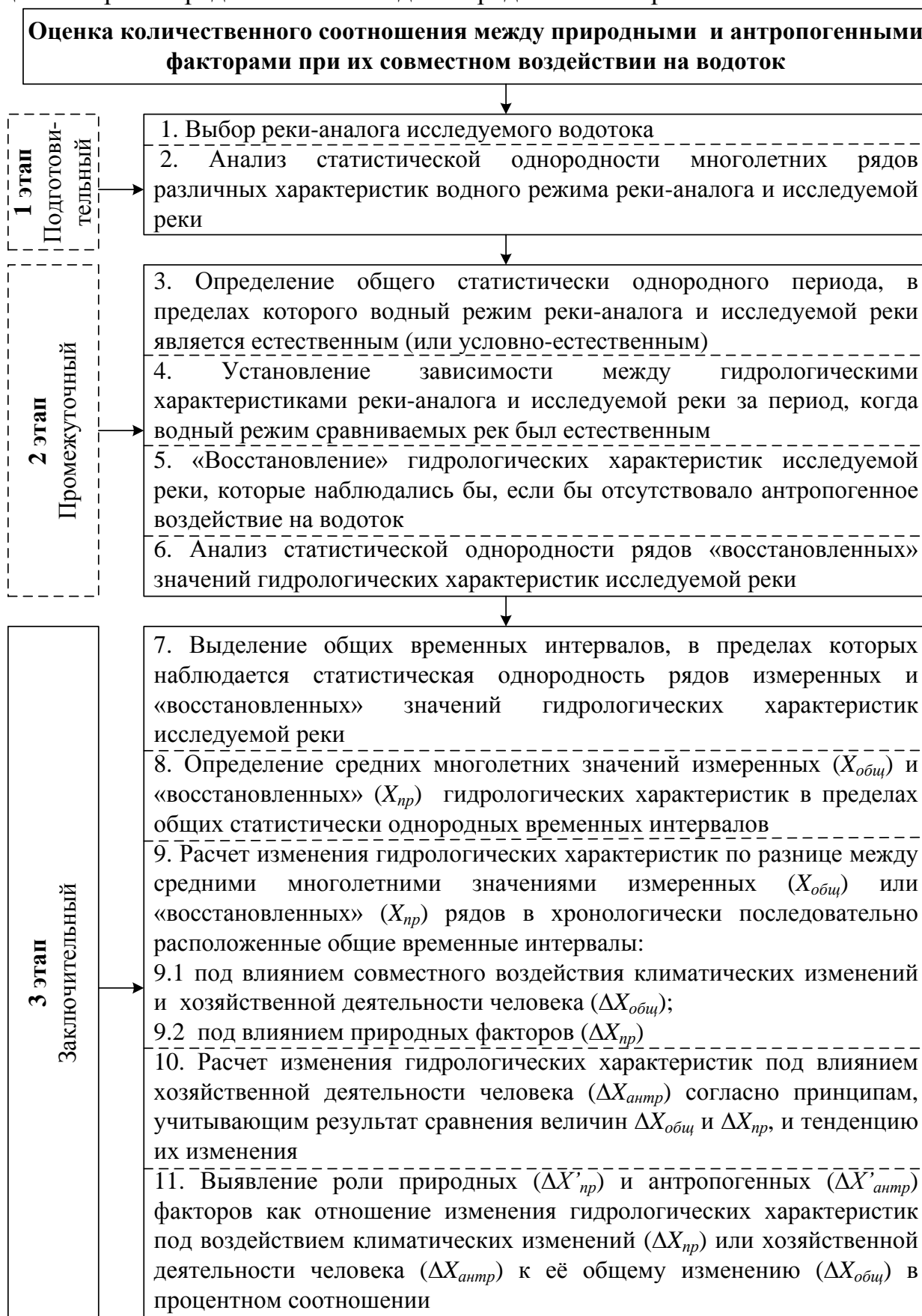


Рис. 12. Алгоритм определения количественного соотношения между природными и антропогенными факторами при их совместном воздействии на водоток



Тенденция и величина изменения характеристик водного режима под влиянием антропогенных факторов  $\Delta X_{антр}$  определяется в зависимости от количественного соотношения  $\Delta X_{нр}$  и  $\Delta X_{общ}$ , а также от их сонаправленности или разнонаправленности. Выделение роли природных  $\Delta X'_{нр}$  и антропогенных  $\Delta X'_{антр}$  факторов в изменении характеристик водного режима осуществлялось по формулам:

$$\Delta X'_{нр} = \frac{\Delta X_{нр}}{\Delta X_{общ}} \cdot 100\% \quad (3); \quad \Delta X'_{антр} = \frac{\Delta X_{антр}}{\Delta X_{общ}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где  $\Delta X_{нр}, \Delta X_{антр}, \Delta X_{общ}$  - изменение характеристики под влиянием природных факторов, под влиянием хозяйственной деятельности человека, под влиянием совместного воздействия природных и антропогенных факторов, соответственно.

По предложенному алгоритму определены последствия влияния природных и антропогенных факторов на среднегодовые и характерные расходы воды р.Белая в исследуемых створах. По результатам вычисления количественного соотношения ролей природного и антропогенного факторов в изменении расходов воды р.Белая построены гистограммы. Для примера на рис. 13 приведены количественные соотношения изменений среднегодовых расходов воды р.Белая в створе г.Уфа, произошедших под воздействием природных и антропогенных факторов.

Как видно на рисунке 13, уменьшение среднегодовых расходов воды с начала 1950-х годов произошло в результате воздействия на водоток только антропогенного фактора (100%): увеличение объемов водопотребления связанное с увеличением темпов роста объемов производства в Республике Башкортостан. С середины 1980-х годов изменение значений расходов воды обусловлено разнонаправленным воздействием природного (увеличение стока на 78%) и антропогенного (уменьшение стока на 22%) факторов. Для примера, обоснование причин изменчивости стока р.Белая в створе г. Уфа приведено на рис. 14.

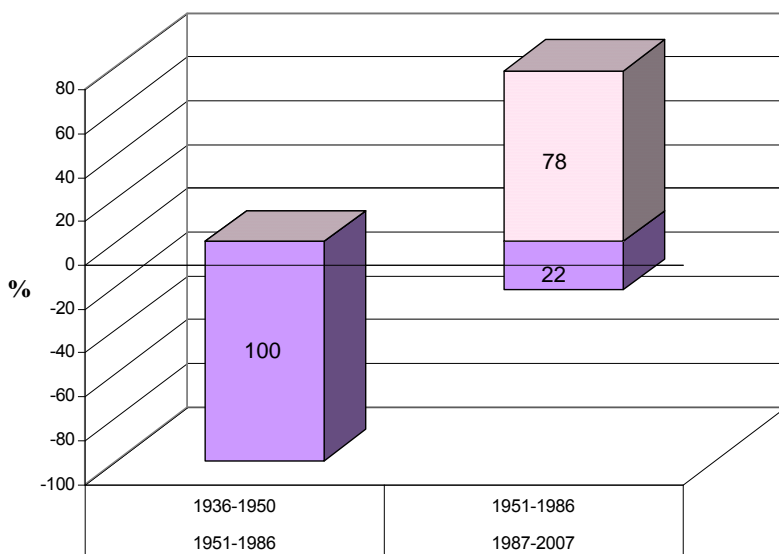


Рис. 13. Количественное соотношение изменений среднегодовых расходов воды реки Белая в створе г.Уфа, произошедших под воздействием природных и антропогенных факторов: ■ - антропогенный фактор, ■ - природный фактор

динамики климата, так как в этом случае нарушается статистическая однородность

Проводилось сравнение результатов оценки изменчивости стока, полученных с помощью разработанной методики (методики I), с результатами, полученными по методике, основанной на построении двойных интегральных кривых, где в качестве аргументов используется информация о водотоке-аналоге (методики II – метод гидрологической аналогии). Установлено, что использование методики II ограничено в условиях

рядов гидрологических характеристик исследуемого водотока и водотока-аналога. При этом, время и абсолютные значения изменений характеристик водности исследуемого водотока и водотока-аналога под влиянием климатических факторов могут не совпадать из-за разницы в размерах и условиях протекания. Методика I позволяет учесть климатические изменения условий формирования стока водотока-аналога.

Также использование методики II может не выявить динамику гидрологических характеристик исследуемого водотока в условиях разнонаправленного на него воздействия природных и антропогенных факторов. В тоже время методика I позволяет выявить направленность воздействия каждого из факторов, а также установить их количественное соотношение.

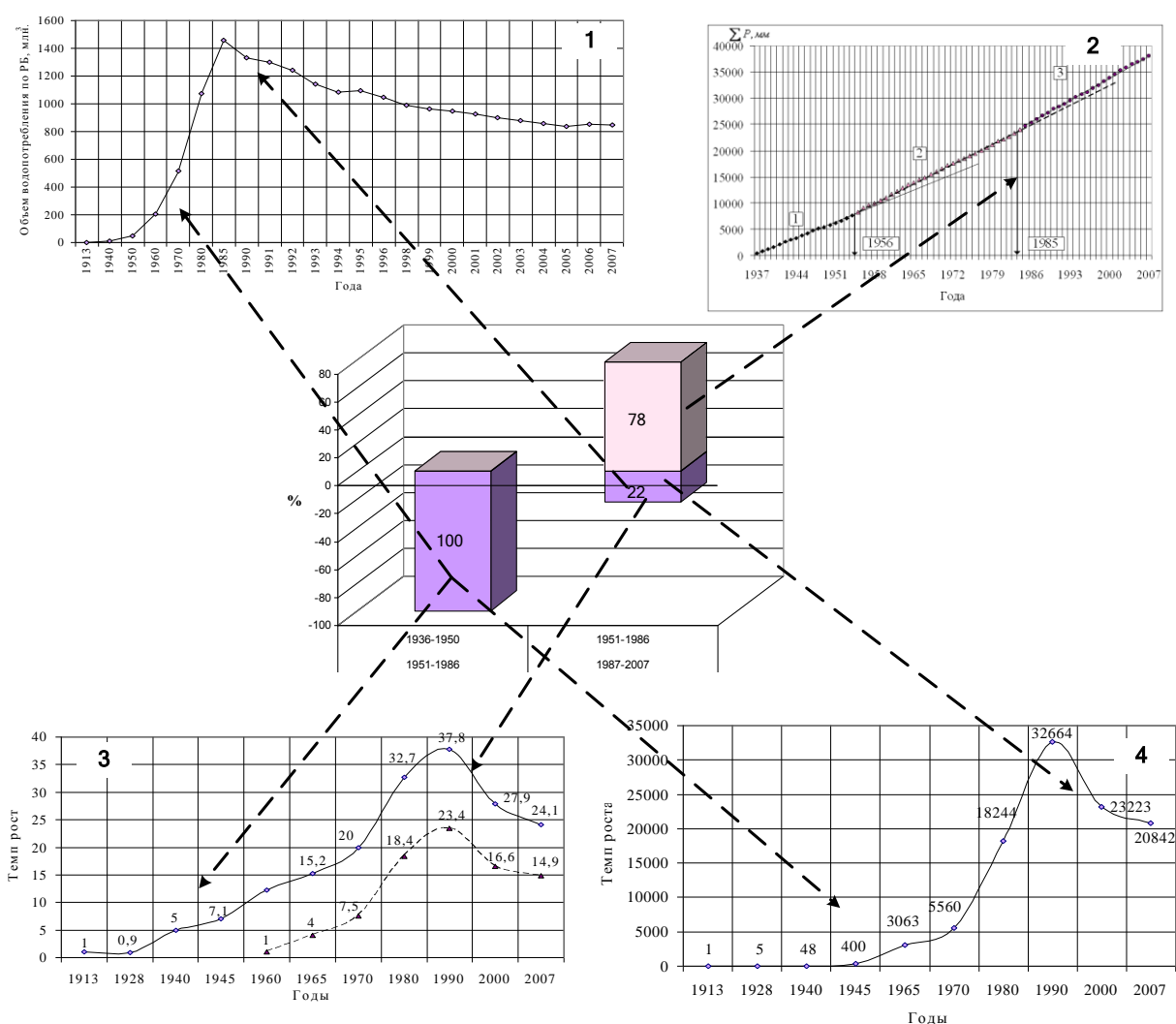


Рис. 14 – Обоснование причин изменчивости стока р.Белая в створе г. Уфа:  $\blacksquare$  - антропогенный фактор,  $\square$  - природный; 1 - Динамика объемов потребления воды из природных источников по Республике Башкортостан; 2 - Изменение набегающей суммы годового количества осадков ( $\Sigma P$ ): ( $\square$  – номер статистически однородного периода; 1956 – год начала статистически однородного периода); 3 - Темпы роста объемов производства в РБ:  $\blacksquare$  - черная металлургия,  $\blacktriangle$  - химическая и нефтехимическая промышленность; 4 - Темпы роста объемов машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности в РБ

Полученные по разработанной методике количественные соотношения позволяют **установить зависимость величины стока от изменяющихся метеорологических параметров** при наличии хозяйственной деятельности на водосборе, для выявления условий возникновения опасных техноприродных ситуаций.

Методом корреляционного анализа получены математические зависимости среднегодового стока от метеорологических параметров (среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков) в исследуемых створах на водосборе р.Белая.

Так как роль изменчивости климата и хозяйственной деятельности человека в динамике стока р.Белая различна в горной и равнинной местности, то установление зависимостей между характеристиками водного режима и метеорологическими параметрами проводилось отдельно для верхнего (рис. 15), среднего (рис.16) и нижнего течения реки за статистически однородные временные периоды, характеризующиеся различными значениями средних многолетних температур воздуха, и когда наблюдалось преобладающее воздействие климатических факторов на формирование стока. Установленные зависимости аппроксимируются уравнениями вида  $y = kx + b$  с коэффициентами корреляции 0,70-0,90.

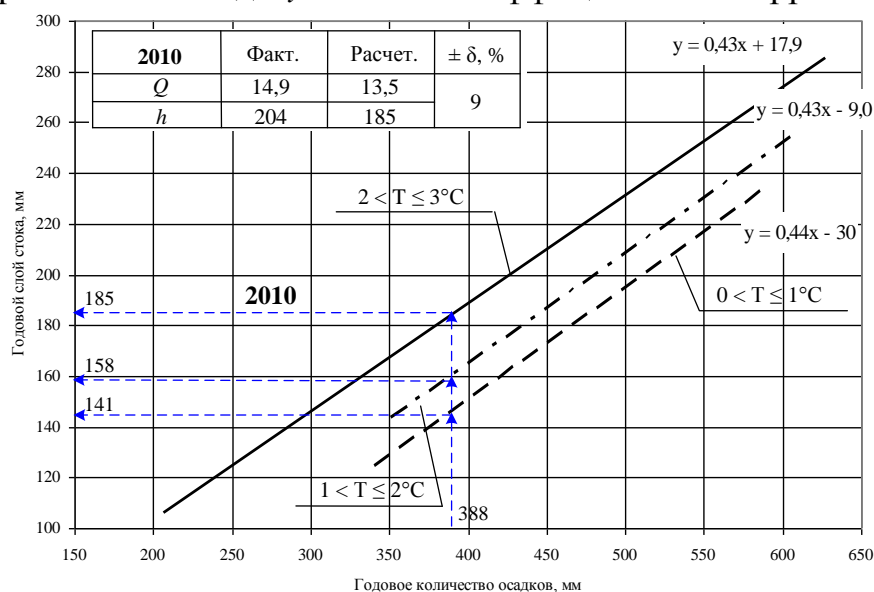


Рис. 15. Зависимость годового слоя стока р.Белая от годовой суммы осадков в створе д/о «Арский камень» при различных значениях среднегодовой температуры воздуха

Как видно на рис. 15, при неизменном количестве выпадающих осадков увеличение температуры воздуха в горной местности приводит к увеличению значения годового слоя стока.

Устанавливались корреляционные зависимости характерных расходов воды р.Белая от среднегодовых значений стока для всех исследуемых створов. Для примера на рис.17 приведены зависимости характерных

расходов воды от среднегодовых их значений в створе г.Стерлитамак. Коэффициенты корреляции линейной аппроксимации зависимостей составляют 0,69-0,77.

Апробация полученных зависимостей осуществлялась на значениях гидрометеорологических параметров за 2008-2010 годы. Для примера на рис. 15 пунктирными линиями нанесены результаты оценки изменчивости стока реки Белая в горной местности для маловодного 2010 года, характеризующегося максимальными температурами воздуха в летний период в условиях отсутствия осадков. По уравнениям регрессии установлено значение годового слоя стока ( $h$ ) в

верхнем течении реки Белая в 2010 году, которое составляет 185 мм, в то время как фактическое значение слоя стока – 204 мм (погрешность оценки - 9%).

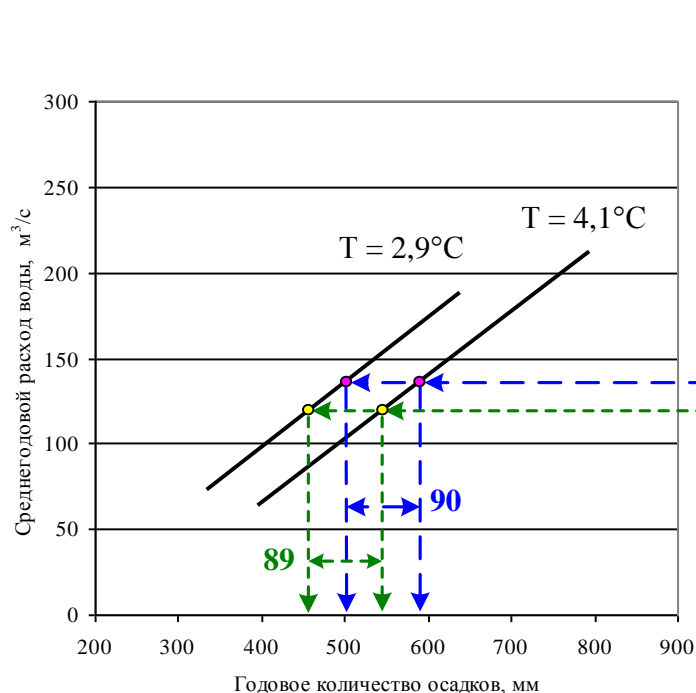


Рис. 16. Зависимости среднегодового расхода воды р.Белая от годового количества осадков и средней годовой температуры воздуха в створе г.Стерлитамак

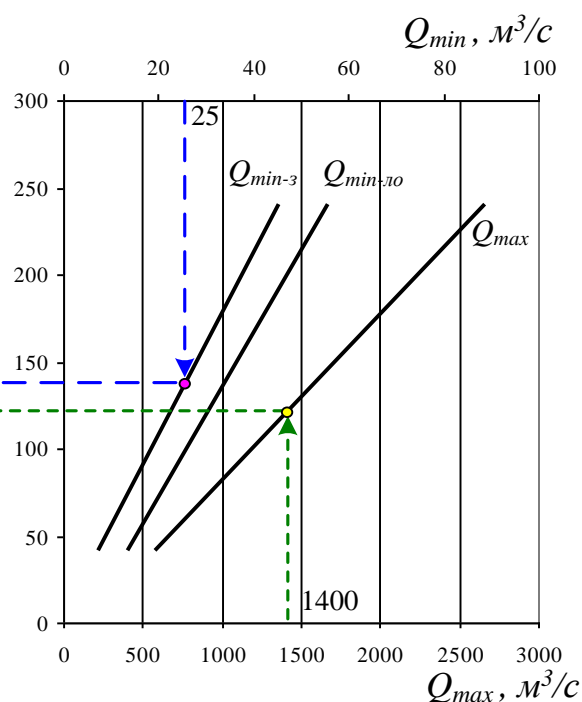


Рис. 17. Зависимости характерных расходов воды р.Белая от среднегодовых расходов в створе г.Стерлитамак

Полученные зависимости позволяют по значениям годового количества осадков и средней годовой температуре воздуха без трудоемких вычислений оценивать изменчивость стока (среднегодовых и характерных расходов воды) в различных физико-географических районах на территории водосборного бассейна реки Белая, а также анализировать возможные опасные техноприродные ситуации, вероятные в современных природно-антропогенных условиях с погрешностью не более 30%.

Анализ опасных техноприродных ситуаций (наводнений и маловодий) проведен для участка реки в створе г.Стерлитамак. Уровень выхода воды на пойму (в период половодья или паводок) в створе г.Стерлитамак составляет  $\geq 125,0$  мБС, а величина среднего меженного уровня (в период летне-осенней межени)  $\leq 121,6$  мБС. В соответствии с кривой  $Q = f(H)$ , построенной за 2007 год, а значит учитывающей предшествующее антропогенное воздействие на русло реки, уровню воды в 125,0 мБС соответствует расход воды в  $900 \text{ м}^3/\text{с}$ ; а уровню воды в 121,6 мБС -  $25 \text{ м}^3/\text{с}$ . Затопление хозяйственных построек происходит при уровне воды 126,0 мБС, что соответствует расходу воды  $1400 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В условиях изменчивости климата для исключения возможности наступления маловодья (или состояния когда уровень воды понижается ниже отметки среднего меженного уровня) годовое количество осадков должно быть  $\geq 592$  мм (рис. 16 и

17). Ранее при среднегодовой температуре воздуха ниже на  $1,2^{\circ}\text{C}$  отсутствие маловодья обеспечивало годовое количество осадков  $\geq 502$  мм.

Условия для затопления прибрежных территорий в створе г.Стерлитамак формируются в настоящее время при годовом количестве осадков  $\geq 546$  мм, а ранее при средней годовой температуре воздуха на  $1,2^{\circ}\text{C}$  ниже условия для затопления складывались при годовом количестве осадков  $\geq 457$  мм (рис.16,17).

Алгоритм установления зависимостей величины стока от изменяющихся метеорологических параметров реализован в виде компьютерных программ. Разработанные в диссертационной работе подходы, методы и программы расчета могут применяться при оценке изменчивости стока под влиянием природных и антропогенных факторов для других речных бассейнов.

## ВЫВОДЫ

1. Исследована динамика межгодовых и сезонных значений метеорологических параметров в различных физико-географических районах водосборного бассейна р.Белая. Определено, что среднегодовая температура воздуха и годовое количество осадков увеличились к 2007 году во всех исследуемых пунктах. Увеличение температуры воздуха в горной местности составило  $1,6^{\circ}\text{C}$ , на равнине  $1,2^{\circ}\text{C}$  (г.Стерлитамак). Количество осадков в горной местности увеличилось на 5%, на равнине увеличение составило 21% (г.Стерлитамак) – 41% (г.Уфа).

Проведена оценка весового вклада сезонов года в увеличение среднегодовых значений температуры воздуха и годового количества осадков на водосборе р.Белая. Наибольшее увеличение температуры воздуха произошло в зимний сезон (весовой вклад в среднегодовое значение – 61-79%) по всей территории водосборного бассейна р.Белая. Наибольшее увеличение количества осадков в горной местности произошло в весенний сезон (весовой вклад в годовое значение – 50%), а на равнинной местности – в зимний сезон (весовой вклад в годовое значение до 56,0%).

Изучена динамика основных показателей антропогенного воздействия, осуществляемого на водосборе, в русле и пойме р.Белая. Установлено, что интенсивность хозяйственной деятельности человека в русле и пойме р.Белая возрастает с начала 1950-х годов, а с середины 1980-х – начала 1990-х годов по настоящее время уменьшается.

Выявлено, что на водосборе р.Белая степень распаханности территории и лесистость не оказывают значимого воздействия на сток реки. Ландшафтные изменения территории водосборного бассейна начались задолго до начала инструментальных наблюдений за гидрологическим режимом реки, поэтому существующая база данных наблюдений за речным стоком уже учитывает последствия воздействия сложившегося на водосборе (к моменту начала наблюдений) «антропогенного фона».

2. На основе выявления цикличности колебаний водности р.Белая установлено, что длина репрезентативного ряда для исследования изменчивости стока р.Белая, как геоиндикатора изменения природной среды под влиянием хозяйственной деятельности человека, должна составлять не менее 55 лет.

Выявлены пространственно-временные закономерности изменения расходов воды р.Белая в условиях техноприродной трансформации водных ресурсов водотока:

- увеличение среднегодового стока по всему течению р.Белая: на 3,6% (в створе г.Уфа) – 19,4% (в верховье реки);

- увеличение среднегодового расхода воды р.Белая в горной местности обусловлено увеличением стока в период половодья (весовой вклад в среднегодовую величину 89%), в равнинной местности – увеличением стока зимней межени (весовой вклад – 46-67%).

Разработана методика идентификации природных и антропогенных воздействий по изменению характеристик водного режима рек на основе сопоставления скользящих средних двух гидрологических характеристик. Идентифицированы причины изменения расходов воды р.Белая в условиях совместного воздействия и динамики климата и хозяйственной деятельности человека.

3. Разработана методика определения количественного соотношения между природными и антропогенными факторами при их совместном воздействии на водоток. Установлено, что в различных физико-географических районах на водосборе р.Белая количественное соотношение между последствиями техноприродного воздействия на расходы воды отличается (например, уменьшение среднегодового расхода воды с начала 1950-х годов в горной местности произошло как результат увеличения температуры воздуха, а на равнинной местности – вследствие увеличения объемов водопотребления).

4. Установлены зависимости между величиной стока и изменяющимися метеорологическими характеристиками природной среды при наличии хозяйственной деятельности на водосборе р.Белая. На основе установленных зависимостей получены количественные оценки водности р.Белая в современных меняющихся природно-антропогенных условиях, погрешность которых составляет 5-30%. Полученные зависимости позволяют:

- проводить оценку условий возникновения опасной техноприродной ситуации на р.Белая с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и сохранения условий функционирования речных экосистем;

- вовремя проводить мероприятия по снижению последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением прибрежных территорий или осушением водоемов.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах, определенных Высшей  
аттестационной комиссией**

1. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., Елизарьев А.Н., Головина А.В. Оценка изменений водности реки Белой как фактора обеспечения безопасности жизнедеятельности человека// Безопасность жизнедеятельности, 2009. №2. – С.20-26.
2. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., Янгирова Э.Р., Головина А.В. Оценка многолетних изменений уровня воды реки Белой в результате хозяйственной деятельности человека и природных факторов// Безопасность жизнедеятельности, 2010. №7. – С.32-41.

3. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.** Межгодовые и сезонные изменения метеорологических параметров в бассейне реки Белой// Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология, 2011. №1. – С. 48-56.

#### **Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ**

1. Ганцева Е.М., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Садикова Г.Р. Расчет устойчивости речных русел по гидролого-морфологическим параметрам. – Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2009611192 от 26.02.2009г.
2. Красногорская Н.Н., **Головина А.В.**, Ганцева Е.М., Симонова Л.А., Абдуллина Э.К. Расчет высоты и скорости смещения гряд в зависимости от порядка рек. - Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2009611301 от 03.03.2009г.
3. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Павлов А.В., Амерзянов Р.М. Информационно-аналитическая база и сведения о руслоформирующих характеристиках реки Белой. - Свидетельство об официальной регистрации базы данных №2009620117 от 13.03.2009г.
4. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Нечаева Ц.В., Волков Я.С., Янгирова Э.Р. Сведения о гидрометеорологических характеристиках водотоков бассейна реки Белой. - Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2010615365 от 20.08.2010г.
5. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Янгирова Э.Р., Волкова Ц.В., Меркулов Д.А. Исследование статистических зависимостей гидрометеорологических характеристик. - Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2011610202 от 11.01.2011г.

#### **Статьи, опубликованные в материалах конференций**

1. **Головина А.В.**, Нечаева Ц.В., Янгирова Э.Р. Оценка влияния водного объекта с измененным гидрологическим режимом на жизнедеятельность человека //Материалы второй международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее». Невинномыск, 2009г. – С.123-127.
2. Krasnogorskaya N.N., Fachshevskaya T.B., **Golovina A.V.**, Nechaeva T.V. Monitoring of extremum runoff values of Belaya river //Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI века: Материалы 9-ой международной научной конференции. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009г. – С.275-276.
3. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Нечаева Ц.В. Изменение экстремальных значений стока реки Белой в результате природных и антропогенных воздействий //Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов второго международного экологического конгресса ELPIT-2009. – г.Тольятти: ТГУ, 2009. – т.3 –С.249-256.
4. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Янгирова Э.Р., Нечаева Ц.В. Оценка изменения режима минимального стока реки Белой //Современные проблемы безопасности жизнедеятельности «Безопасность -09»: Материалы XIV всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. - Иркутск, 2009г. – С.189-191.
5. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, Нечаева Ц.В. Анализ пространственно-временной динамики максимального стока реки Белой //Вопросы гидрологии, геоэкологии и охраны водных объектов: Материалы III всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, 2009г. – С.65-68.
6. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, М. Хельмс, Применение статистических методов анализа для исследования временных рядов расходов воды реки Белой //Мавлютовские чтения: Материалы всероссийской молодежной научной конференции – Уфа, 2010, - том 5,- С.242-243.
7. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Головина А.В.**, М. Хельмс, Применение двойного массового анализа для оценки изменений экстремальных расходов воды реки Белой

//Материалы международной научно-практической конференции «Экология. Риск. Безопасность». – Курган: КГУ, 2010. –С.44

8. Красногорская Н.Н., Фашевская Т.Б., **Головина А.В.** Анализ изменений климатических факторов формирования стока реки Белой // Молодые исследователи – регионам: Материалы всероссийской научной конференции студентов и аспирантов. В 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2009г. – Т.1. - С.330-332
9. Фашевская Т.Б., **Головина А.В.**, Нечаева Ц.В. Анализ изменения климатических параметров на водосборе реки Белой // Научное творчество молодежи: XIII Всероссийская научно-практическая конференция. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2009г. – Ч.1. - С.228-231
10. Красногорская Н.Н., Фашевская Т.Б., **Головина А.В.**, Нечаева Ц.В. Изменение особенностей руслового режима реки Белой в условиях антропогенного воздействия (на примере участка водотока в районе г. Стерлитамак) // Наука и инновации XXI века: IX Окружная конференция молодых ученых. - Сургут: ИЦ СурГУ, 2009г. Том 1.– С.135-136
11. Krasnogorskaya N.N., Fachshevskaya T.B., **Golovina A.V.**, M. Helms, Analysis of long-term flow series of the Belaya river as a base for environmental monitoring //Сахаровские чтения 2010 года: экологические проблемы XXI века: Материалы 10-ой международной научной конференции. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, часть 2, 2010г. – С.90-91.



ГОЛОВИНА Анастасия Владимировна

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СТОКА Р.БЕЛАЯ  
(РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) ПОД ВЛИЯНИЕМ  
ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Специальность: 25.00.36 – геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Подписано в печать 18.07.2012. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офисная. Печать плоская. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. 1,3.

Тираж 100 экз. Заказ № 852.  
ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный  
технический университет  
Редакционно-издательский комплекс УГАТУ  
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12